



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 196 30 883 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
H 01 G 2/20  
H 01 G 4/30  
C 03 C 17/34

②1 Aktenzeichen: 196 30 883.6  
②2 Anmeldetag: 31. 7. 96  
④3 Offenlegungstag: 5. 2. 98

DE 196 30 883 A 1

⑦1 Anmelder:

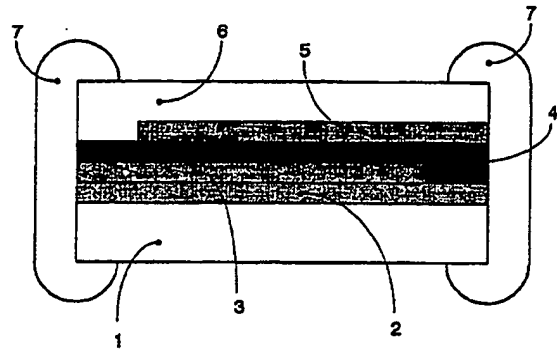
Philips Patentverwaltung GmbH, 22335 Hamburg, DE

⑦2 Erfinder:

Klee, Mareike, Dr., 41836 Hückelhoven, DE; Brand, Wolfgang, 52072 Aachen, DE; Hermann, Wilhelm, Dr., 52159 Roetgen, DE; Ulenaers, Mathieu J.E., Bree, BE; Spierings, Gijsbertus A.C.M., Boxtel, NL; Van Haren, Hendrikus, J.J.M., Nuenen, NL

⑤4 Bauteil mit einem Kondensator

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Bauteil mit einem Kondensator, insbesondere als integriertes oder diskretes Bauteil, mit wenigstens einer Substratschicht (1) aus Glas bzw.  $Al_2O_3$ , wenigstens einer Antireaktionsschicht (2) bzw. Planarisierungsschicht (2), wenigstens zwei Elektrodenschichten (3, 5) und wenigstens einer Dielektrikumschicht (4) sowie einen solchen Kondensator. Um ein Bauteil zu schaffen, das kostengünstige, SMD-fähige Kondensatoren mit hoher Flächenkapazität, geringer Dicke und geringer Toleranz zur Verfügung stellt, ist für die Antireaktionsschicht (2) auf dem Glassubstrat (1) bzw. für die Planarisierungsschicht (2) auf dem  $Al_2O_3$ -Substrat (1) jeweils wenigstens ein bestimmtes Material vorgesehen. Bei einer Antireaktionsschicht oder Planarisierungsschicht (2) aus einem der beanspruchten Stoffe oder einer Kombination aus mehreren Stoffen kann eine dielektrische Schicht (4) aufgebracht werden, mit der eine hohe Kapazität erreicht wird.



DE 196 30 883 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 12. 97 702 066/205

13/24

Die Erfindung betrifft ein Bauteil mit einem Kondensator, insbesondere als integriertes oder diskretes Bauteil, mit wenigstens einer Substratschicht aus Glas bzw.  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , wenigstens einer Antireaktionsschicht bzw. Planarisierungsschicht, wenigstens zwei Elektroden-schichten und wenigstens einer Dielektrikumschicht sowie einen solchen Kondensator.

Des weiteren betrifft die Erfindung jeweils ein Verfahren zur Herstellung eines gattungsgemäßen Bauteiles mit einem Kondensator mit einem Glassubstrat und einer Antireaktionsschicht oder mit einem  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Substrat und einer Planarisierungsschicht.

Keramische Vielschichtkondensatoren werden üblicherweise auf pulvertechnologischem Wege hergestellt. Dazu werden Pulver mit Mischoxidverfahren bzw. mit naßchemischen Verfahren wie z. B. Fällung aus wäßrigen Lösungen hergestellt. Die Pulver gewünschter Zusammensetzung werden mit einem Binder versehen und z. B. zu Folien verarbeitet. Die Folien werden mit Elektrodenpasten bedruckt und anschließend übereinander gestapelt. Der Binder wird bei niedrigen Temperaturen ausgebrannt und die Kondensatoren werden bei Temperaturen von ca. 1250–1300°C, abhängig vom Materialsystem und der Zusammensetzung, zu einem dichten Produkt gesintert. Die mit Verfahren nach dem Stand der Technik hergestellten keramischen Kondensatoren weisen Dielektrika mit Dicken von ca. 10–15 µm auf.

Mit Weiterentwicklung der Pulvertechnik können auf diese Weise Kondensatoren mit dielektrischen Dicken von ca. 3–5 µm erzeugt werden.

Bedingt durch die eingesetzten Folien- und Siebdrucktechnologien sowie die Stapelung der Folien mit bis zu 70–100 Lagen ist eine Miniaturisierung der äußeren Abmessungen technologisch sehr aufwendig für Kondensatorabmessungen 0402 und 0201, was 1·0,5 mm<sup>2</sup> und 0,5·0,25 mm<sup>2</sup> entspricht. Nach dem Stand der Technik sind Kriechwege in den Kondensatoren von ca. 150–250 µm typisch. Ein Kondensator mit den lateralen Abmessungen 0402 oder 0201 besitzt daher nur noch einen kleinen Teil aktiver Kondensatorfläche.

Aus DE 34 14 808 A1 "Verfahren zur Herstellung eines preiswerten Dünnschichtkondensators und danach hergestellter Kondensators" ist bekannt, daß auf ein Substrat, vorzugsweise eine Glasplatte, eine Schicht aus einer mit Phosphor angereicherten Siliziumdioxidgründung aufgebracht wird, die ca. 3% Phosphor enthält. Darauf wird dann eine zu strukturierende Schicht leitenden Materials, vorzugsweise aus Aluminium oder Nickel, zur Definierung von Elektroden aufgebracht. Auf das behandelte Substrat wird dann eine Schicht Siliziumdioxid mit einer Dielektrizitätskonstanten  $K = 3,97$  und einer Dicke von 1,155 µm aufgebracht. Im Dokument DE 34 14 808 A1 werden folglich Dünnschichtkondensatoren beschrieben, die eine sehr geringe Flächenkapazität aufweisen. Als Substrat wird Glas eingesetzt und als Elektrodenmaterial dient Aluminium. Unter diesen Bedingungen kann nur eine einfache oxidische Schicht wie das angegebene  $\text{SiO}_2$  als Dielektrikum benutzt werden. Diese Schichten haben eine sehr niedrige Dielektrizitätskonstante  $K$  und liefern damit auch sehr niedrige Flächenkapazitäten. Mit diesen Dielektrika können nur Kondensatoren mit 100–500 pF erzeugt werden. Um hohe Kapazitäten zu erreichen, muß ein Dielektrikum mit  $K > 50$  in Form dünner Schichten auf einem Substrat abgeschieden werden.

Die Aufgabe der Erfindung ist es daher, kostengünstige, SMD-fähige Kondensatoren mit hoher Flächenkapazität, geringer Dicke und geringer Toleranz herzustellen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß bei einem Bauteil mit einem Kondensator mit einem Glassubstrat als Material für die Antireaktionsschicht wenigstens ein Element aus einer Gruppe, bestehend aus  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{SrTiO}_3$ ,  $\text{CaTiO}_3$ ,  $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{BaZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0 \dots 1$ ,  $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0 \dots 1$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{BeO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ,  $\text{ZrTiO}_4$ ,  $\text{BaF}_2$ ,  $\text{TiB}_2$ ,  $\text{MgF}_2$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Sc}_2\text{O}_3$ ,  $\text{La}_2\text{O}_3$  und  $\text{Ln}_2\text{O}_3$ , wobei Ln Lanthanide wie z. B.  $\text{Pr}_2\text{O}_3$  sind, vorgesehen ist. Als Glassubstrat können dabei neben Quarzglas ( $\text{SiO}_2$ ) insbesondere aus Kostengründen auch Silikatgläser verwendet werden. Um hohe Kapazitäten in kleinen Abmessungen zu erreichen, müssen dielektrische Materialien eingesetzt werden, die Dielektrizitätskonstanten  $K > 10$  haben, aus denen für ausreichende Kapazitäten mit Dünnschichtprozessen dünne, dielektrische Schichten hergestellt werden. Um diese Materialien auf einem kostengünstigen Glassubstrat verwenden zu können, muß eine Antireaktionsschicht vorgesehen werden, die eine Reaktion des Dielektrikums mit dem Glassubstrat verhindert. Weiterhin wird durch diese Antireaktionsschicht auch das Problem einer Rißbildung durch unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten von Substrat und Dielektrikumschicht vermieden. Bei einer Antireaktionsschicht aus einem der oben angegebenen Stoffe oder einer Kombination aus mehreren Stoffen auf dem Glassubstrat kann darauf eine dielektrische Schicht aufgebracht werden, mit der eine ausreichende Kapazität erreicht wird. Als Verfahren eine Antireaktionsschicht abzuscheiden, ist auch das Aufbringen einer Schichtzusammensetzung geeignet, wie beispielsweise einer Ti/Pt-Schicht, gefolgt von einer Strukturierung des Pt mittels reaktivem Ionenätzen und anschließender Oxidation des Ti in Sauerstoffatmosphäre zu  $\text{TiO}_2$ .

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist als Material für die Elektroden-schichten jeweils wenigstens ein Element aus einer Gruppe, bestehend aus Ti/Pt, Ta/Pt, Ti/Pd/Pt, Ir,  $\text{IrO}_x$ ,  $\text{IrO}_2/\text{Ir}$ ,  $\text{ZrO}_2/\text{Pt}$ , Ti/Cu, Ti/Ni, Ti/NiAl, Ti/(Ni, Al, Cr), Ti/(Ni, Al, Fe), Ti/(Ni, Fe, Cr), Ti/(Ni, Al, Cr, Fe), Ti/(Ni, Fe, Cr, Si), Ti/(Co, Ni, Fe, Cr),  $\text{Pt}_x\text{Al}_{1-x}/\text{Pt}$ , Pt/ $\text{IrO}_2$ ,  $\text{TiO}_2/\text{Pt}$ , leitenden Oxiden, Hybriden aus wenigstens einem leitenden Oxid und einem Edelmetall und Hybriden aus wenigstens einem Edelmetall und einem Nichtedelmetall, vorgesehen. Als Material für die Elektroden werden Edelmetall- oder Nichtedelmetallschichten eingesetzt, die beispielsweise mittels lithographischer Prozesse verbunden mit Naß- oder Trockenätzschritten zu Elektroden strukturiert werden. Als leitende Oxide können dabei beispielsweise die Verbindungen  $\text{RuO}_x$ ,  $\text{SrRuO}_3$  oder andere verwendet werden. Für hybride Kombinationen aus leitenden Oxiden und Edelmetallen kommen zum Beispiel Kombinationen wie  $\text{RuO}_x/\text{Pt}$  zur Anwendung. Als Hybridelektroden aus Edelmetall und Nichtedelmetall eignen sich insbesondere die Kombinationen Ti/Cu/Pt, Ti/Ni/Pt und Ti/(Ni, Cr, Al, Fe)/Pt sowie weitere ähnliche Verbindungen.

In einer vorteilhaften Weiterbildung des Bauteiles ist für die Dielektrikumschicht eine Schicht aus ferroelektrischem Material mit einer Dicke von 10 nm bis 2 µm vorgesehen. Da aufgrund der Antireaktionsschichten dünne, ferroelektrische Dielektrika mit geringem Verlustfaktor auf kostengünstigem Substrat aufgebracht werden können, ist die Herstellung eines Kondensators

mit großer Volumenkapazität in Dünnschichttechnik möglich, der SMD-fähig und mit großer Präzision fertigbar ist. Für Dünnschichten von 10 nm bis 2 µm werden vorzugsweise folgende dielektrische Materialien verwendet:

$\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0-1$ , mit oder ohne Bleiüberschuß

Dotiertes  $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$ , z. B. mit Nb dotiert

$\text{Pb}_{1-\alpha}\text{La}_y\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0-1$ ,  $y = 0-0,20$  und  $\alpha = 1,3-1,5$ , mit oder ohne Bleiüberschuß

$\text{Pb}_{1-\alpha}\text{La}_y\text{TiO}_3$  mit  $y = 0-0,28$  und  $\alpha = 1,3-1,5$ , mit oder ohne Bleiüberschuß

$(\text{Pb}, \text{Ca})\text{TiO}_3$

$\text{BaTiO}_3$ , mit oder ohne Dotierungen

$\text{BaTiO}_2$  mit Ce-Dotierung

$\text{BaTiO}_2$  mit Nb- und/oder Co-Dotierung

$\text{BaZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0-1$

$\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_2$  mit  $x = 0-1$

$\text{SrTiO}_3$  mit Dotierungen von z. B. La, Nb, Fe, Mn

$\text{SrZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0-1$  mit oder ohne Mn-Dotierung

$\text{CaO}_x\text{ZnO}_y(\text{Nb}_2\text{O}_5)_z$  mit  $x = 0,01-0,05$ ;  $y = 0,43-0,55$ ;  $z = 0,44-0,52$

$(\text{BaTiO}_3)_{0,18-0,27} + (\text{Nd}_2\text{O}_3)_{0,316-0,355} + (\text{TiO}_2)_{0,276-0,355} + (\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,025-0,081} + \text{ZnO}$

$\text{MgO}-\text{TiO}_2-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  mit Dotierung von Nb, Y, La, Pr, Ni

$\text{Al}_2\text{O}_3$

$\text{Ba}_2\text{Ti}_9\text{O}_{20}$

$\text{Nb}_2\text{O}_5$

$\text{TiO}_2$

$\text{CaTiO}_3$

$\text{CaTiO}_3 + \text{CaTiSiO}_5$

$(\text{Sr}, \text{Ca})(\text{Ti}, \text{Zr})\text{O}_3$

$(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{M})(\text{Ti}, \text{Zr})\text{O}_3$  M = Mg oder Zn

$(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Mg}, \text{Zn})(\text{Ti}, \text{Zr}, \text{Si})\text{O}_3$

$(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Cu}, \text{Mn}, \text{Pb})\text{TiO}_3 + \text{Bi}_2\text{O}_3$

$\text{BaO}-\text{SrO}-\text{CaO}-\text{Nd}_2\text{O}_3-\text{Gd}_2\text{O}_3-\text{Nb}_2\text{O}_5-\text{TiO}_2$

$(\text{Bi}_2\text{O}_3)_x(\text{Nb}_2\text{O}_5)_{1-x}$  mit Zugaben von  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{PbO}$

$\text{BaTiO}_3$  mit  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{CoO}$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{ZnO}$  Dotierungen

$\text{BaTiO}_3 + \text{CaZrO}_3$  mit Zugabe von  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$  und Seltenerdoxiden

$(\text{Ba}, \text{Ca})\text{TiO}_3 + \text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Co}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}_2$

$\text{Zr}(\text{Ti}, \text{Sn})\text{O}_4$

$\text{BaO}-\text{PbO}-\text{Nd}_2\text{O}_3-\text{Pr}_2\text{O}_3-\text{Bi}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2$

$\text{Ba}(\text{Zn}, \text{Ta})\text{O}_3$

$\text{Ta}_2\text{O}_5$

$\text{CaZrO}_3$

$(\text{Ba}, \text{Nd})(\text{Ti}, \text{Zr})\text{O}_3 + \text{Ce-Dotierung}$

$(\text{Ba}, \text{Ca}, \text{Sr})(\text{Ti}, \text{Zr})\text{O}_3 + \text{Li}_2\text{O}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$

$\text{PbO}-\text{Nb}_2\text{O}_3-\text{ZrO}_2-\text{SnO}_2-\text{TiO}_2$

$[\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3]_x-[\text{PbTiO}_3]_{1-x}$  mit  $x = 0 \dots 1$ , mit

und ohne Bleiüberschuß, mit und ohne Dotierung

$(\text{Pb}, \text{Ba}, \text{Sr})(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})_x\text{Ti}_y(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})_{1-x-y}\text{O}_3$

i)  $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/2}\text{W}_{1/2})\text{O}_3$

ii)  $\text{Pb}(\text{Fe}_{1/2}\text{Nb}_{1/2})\text{O}_3$

iii)  $\text{Pb}(\text{Fe}_{2/3}\text{W}_{1/3})\text{O}_3$

iv)  $\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$

v)  $\text{Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$

Kombinationen der Verbindungen i)-v) mit  $\text{PbTiO}_3$  und  $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$

$\text{Pb}(\text{Sc}_{1/2}\text{Ta}_{1/2})\text{O}_3$ .

Ebenfalls können auch Schichtstrukturen, die aus mehreren einzelnen Schichten der oben aufgeführten

Verbindungen aufgebaut sind, wie beispielsweise eine titanreiche PZT-Schicht und darauf PLZT-Schichten, verwendet werden, wodurch sich insbesondere die elektrischen Eigenschaften der Schicht verbessern.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß ebenfalls dadurch gelöst, daß bei einem Bauteil mit einem Kondensator mit wenigstens einer Substratschicht aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$  als Material für die Planarisierungsschicht nicht kristallisierende Gläser mit/ohne Zusatz von wenigstens einem Element aus einer Gruppe, bestehend aus  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{SrTiO}_3$ ,  $\text{CaTiO}_3$ ,  $\text{CaZrO}_3$ ,  $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{BaZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0 \dots 1$ ,  $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0 \dots 1$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{BeO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ,  $\text{ZrTiO}_4$ ,  $\text{BaF}_2$ ,  $\text{MgF}_2$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Sc}_2\text{O}_3$ ,  $\text{La}_2\text{O}_3$  und  $\text{Ln}_2\text{O}_3$ , wobei Ln Lanthanide wie z. B.  $\text{Pr}_2\text{O}_3$  sind, vorgesehen sind. Ähnlich wie bei einem erfindungsgemäßen Kondensator mit einem Glassubstrat und einer Antireaktionsschicht werden dielektrische Materialien eingesetzt, die Dielektrizitätskonstanten  $K > 10$  haben, um hohe Kapazitäten in kleinen Abmessungen zu erreichen. Um diese Materialien auf einem kostengünstigen  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Substrat verwenden zu können, muß eine Planarisierungsschicht vorgesehen werden, da neben einer Reaktion des Dielektrikums mit  $\text{Al}_2\text{O}_3$  auch Kurzschlüsse der Kondensatoren aufgrund der hohen Oberflächenrauigkeit verhindert werden müssen. Weiterhin wird auch eine Ribbildung der dielektrischen Schicht durch unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten vermieden. Bei einer Planarisierungsschicht aus einem der oben angegebenen Stoffe oder einer Kombination aus mehreren Stoffen auf dem  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Substrat kann darauf eine dielektrische Schicht aufgebracht werden, mit der eine ausreichende Kapazität erreicht wird. Im Falle von sehr oberflächenrauen Substraten, wie z. B.  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Substraten mit Dickschichtqualität, werden mehrere Mikrometer dicke Planarisierungsschichten aufgebracht. Diese Planarisierungsschicht kann z. B. eine Blei-Silikatglas-schicht oder auch zur Erhöhung der Temperaturstabilität eine mit  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$  oder auch  $\text{PbTiO}_3$  oder einem der anderen oben angegebenen Zusätze angereicherte Glasschicht sein. Als Verfahren zur Abscheidung einiger Mikrometer dicker Schichten können hier z. B. Dickschichtprozesse, wie z. B. Siebdruckprozesse, eingesetzt werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kondensators mit  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Substrat ist als Material für die Elektroden jeweils wenigstens ein Element aus einer Gruppe, bestehend aus  $\text{Ti/Pt}$ ,  $\text{Ta/Pt}$ ,  $\text{Ti/Pd/Pt}$ ,  $\text{Ir}$ ,  $\text{IrO}_x$ ,  $\text{IrO}_2/\text{Ir}$ ,  $\text{ZrO}_2/\text{Pt}$ ,  $\text{Ti/Cu}$ ,  $\text{Ti/Ni}$ ,  $\text{Ti/NiAl}$ ,  $\text{Ti}(\text{Ni}, \text{Al}, \text{Cr})$ ,  $\text{Ti}(\text{Ni}, \text{Al}, \text{Fe})$ ,  $\text{Ti}(\text{Ni}, \text{Fe}, \text{Cr})$ ,  $\text{Ti}(\text{Ni}, \text{Al}, \text{Cr}, \text{Fe})$ ,  $\text{Ti}(\text{Ni}, \text{Fe}, \text{Cr}, \text{Si})$ ,  $\text{Ti}(\text{Co}, \text{Ni}, \text{Fe}, \text{Cr})$ ,  $\text{Pt}_x\text{Al}_{1-x}/\text{Pt}$ ,  $\text{Pt/IrO}_2$ ,  $\text{TiO}_2/\text{Pt}$ , leitenden Oxiden, Hybriden aus wenigstens einem leitenden Oxid und einem Edelmetall und Hybriden aus wenigstens einem Edelmetall und einem Nichtedelmetall, vorgesehen. Als leitende Oxide können dabei beispielsweise die Verbindungen  $\text{RuO}_x$ ,  $\text{SrRuO}_3$  oder andere verwendet werden. Für hybride Kombinationen aus leitenden Oxiden und Edelmetallen kommen zum Beispiel Kombinationen wie  $\text{RuO}_x/\text{Pt}$  zur Anwendung. Als Hybridelektroden aus Edelmetall und Nichtedelmetall eignen sich insbesondere die Kombinationen  $\text{Ti/Cu/Pt}$ ,  $\text{Ti/Ni/Pt}$  und  $\text{Ti}(\text{Ni}, \text{Cr}, \text{Al}, \text{Fe})/\text{Pt}$  sowie weitere ähnliche Verbindungen.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist für die Dielektrikumschicht eine Schicht aus ferroelektrischem Material mit einer Dicke von 10 nm bis 2 µm vorgesehen. Auch hier können mit Hilfe der Planarisierungsschichten dünne, ferroelektrische Dielektrika mit

geringem Verlustfaktor auf kostengünstigem Substrat aufgebracht werden, die die Herstellung eines Kondensators mit großer Volumenkapazität in Dünnschichttechnik ermöglichen, der SMD-fähig und mit großer Präzision fertigbar ist. Als dielektrische Materialien werden vorzugsweise die oben für Schichtdicken von 10 nm–2 µm auf einem Glassubstrat angegebenen Stoffe verwendet.

In einer anderen Weiterbildung des Kondensators in Dickschichttechnik ist dagegen als Material für die Elektrodenschichten jeweils wenigstens ein Metallpulver in Form einer Paste aus einer Gruppe, bestehend aus  $\text{Ag}_x\text{Pt}_{1-x}$  mit  $x = 0 \dots 1$ ,  $\text{Ag}_x\text{Pd}_{1-x}$  mit  $x = 0 \dots 1$ ,  $\text{Ag}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Ni}$  und diese Metallpulver jeweils mit Zugabe geringer Mengen eines Haftglases, vorgesehen.

Neben der Ausführungsform in Dünnschichttechnik auf einem  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Substrat kann es auch vorteilhaft sein, für die Dielektrikumschicht eine Schicht aus ferroelektrischem Material mit einer Dicke von 2 µm bis 20 µm vorzusehen. Für Dickschichten von ca. 2 µm–20 µm werden als dielektrische Materialien vorzugsweise Pasten verwendet, die die folgenden Bestandteile in Form von Pulver enthalten:

$\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0-1$ , mit und ohne Bleiüberschuß (z. B.  $\text{PbWO}_3$ )

Dotiertes  $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit Flüssigphase

$\text{Pb}_{1-\alpha}\text{La}_y\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0-1$ ,  $y = 0-0,20$  und  $\alpha = 1,3-1,5$   $\text{Pb}_{1-\alpha}\text{La}_y\text{TiO}_3$  mit  $y = 0-0,28$  und  $\alpha = 1,3-1,5$

$(\text{Pb}, \text{Ca})\text{TiO}_3$

$\text{BaTiO}_3$

$\text{BaTiO}_3$  mit Ce-Dotierung

$\text{BaTiO}_3$  mit Nb- und/oder Co-Dotierung

$\text{BaZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0-1$

$\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$  mit  $x = 0-1$

$\text{SrTiO}_3$  mit Dotierungen von z. B. La, Nb, Fe, Mn

$\text{SrZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0-1$  mit oder ohne Mn-Dotierung

$\text{CaO}_x\text{ZnO}_y(\text{Nb}_2\text{O}_5)_z$  mit  $x = 0,01-0,05$ ;  $y = 0,43-0,55$ ;  $z = 0,44-0,52$

$(\text{BaTiO}_3)_{0,18-0,27} + (\text{Nd}_2\text{O}_3)_{0,316-0,355} + (\text{TiO}_2)_{0,276-0,355} + (\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,025-0,081} + \text{ZnO}$

$\text{CaTiO}_3 + \text{CaTiSiO}_5$

$(\text{Sr}, \text{Ca})(\text{Ti}, \text{Zr})\text{O}_3$

$(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{M})(\text{Ti}, \text{Zr})\text{O}_3$  M = Mg oder Zn

$(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Mg}, \text{Zn})(\text{Ti}, \text{Zr}, \text{Si})\text{O}_3$

$(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Cu}, \text{Mn}, \text{Pb})\text{TiO}_3 + \text{Bi}_2\text{O}_3$

$\text{BaO}-\text{SrO}-\text{CaO}-\text{Nd}_2\text{O}_3-\text{Gd}_2\text{O}_3-\text{Nb}_2\text{O}_5-\text{TiO}_2$

$(\text{Bi}_2\text{O}_3)_x(\text{Nb}_2\text{O}_5)_{1-x}$  mit Zugaben von  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{PbO}$

$\text{BaTiO}_3$  mit  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{CoO}$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{ZnO}$  Dotierungen

$\text{BaTiO}_3 + \text{CaZrO}_3$  mit Zugabe von  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$  und Seltenerdoxiden

$(\text{Ba}, \text{Ca})\text{TiO}_3 + \text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Co}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}_2$

$\text{MgO}-\text{TiO}_2-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  mit Dotierung von Nb, Y, La, Pr, Ni

$\text{Ba}_2\text{Ti}_9\text{O}_{20}$

$\text{Zr}(\text{Ti}, \text{Sn})\text{O}_4$

$\text{BaO}-\text{PbO}-\text{Nd}_2\text{O}_3-\text{Pr}_2\text{O}_3-\text{Bi}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2$

$\text{Ba}(\text{Zn}, \text{Ta})\text{O}_3$

$(\text{Ba}, \text{Nd})(\text{Ti}, \text{Zr})\text{O}_3 + \text{Ce}$ -Dotierungen

$\text{CaZrO}_3$

$(\text{Ba}, \text{Ca}, \text{Sr})(\text{Ti}, \text{Zr})\text{O}_3 + \text{Li}_2\text{O}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$

$\text{PbO}-\text{Nb}_2\text{O}_3-\text{ZrO}_2-\text{SnO}_2-\text{TiO}_2$

$[\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3]_x-[\text{PbTiO}_3]_{1-x} + \text{Flüssigphase}$ , mit  $x = 0 \dots 1$

$(\text{Pb}, \text{Ba}, \text{Sr})(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})_x\text{Ti}_y(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})_{1-x-y}\text{O}_3$

i)  $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/2}\text{W}_{1/2})\text{O}_3$

ii)  $\text{Pb}(\text{Fe}_{1/2}\text{Nb}_{1/2})\text{O}_3$

iii)  $\text{Pb}(\text{Fe}_{2/3}\text{W}_{1/3})\text{O}_3$

iv)  $\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$

v)  $\text{Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$

Kombinationen der Verbindungen i)–v) mit  $\text{PbTiO}_3$  und  $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 + \text{Flüssigphase}$   $\text{Pb}(\text{Sc}_{1/2}\text{Ta}_{1/2})\text{O}_3$

$[\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3]_x-[\text{PbTiO}_3]_{1-x}$  mit  $\text{PbWO}_3$  als Flüssigphase und mit  $x = 0 \dots 1$ .

Weiterhin eignen sich insbesondere Pasten gut, die die vorstehend genannten Bestandteile in Form von Pulver enthalten und denen zur Erniedrigung der Prozeßtemperatur Gläser oder ein anorganischer Binder in Form eines Gels beigemischt wird.

Vorteilhafterweise ist bei den Ausführungsformen des Bauteiles wenigstens eine organische oder anorganische Schutzschicht vorgesehen. Als Materialien für die Schutzschicht gegen beispielsweise mechanische Beanspruchungen eignen sich insbesondere polymere Schutzschichten oder anorganische Schutzschichten oder Kombinationen aus polymeren und anorganischen Schutzschichten, wie z. B.  $\text{SiO}_2 + \text{Polyimid}$ . Dabei kann das Bauteil mit einem Kondensator auch so ausgeführt sein, daß auf die anorganische oder polymere Schutzschicht ein weiteres Substrat, beispielsweise ein Glassubstrat, aufgeklebt ist.

Weiterhin sind vorzugsweise wenigstens zwei Endkontakte vorgesehen. An den Endkontakten kann das Bauteil mit externen Bauelementen elektrisch gekoppelt werden. Diese Endkontakte können vorteilhafterweise je nach Anwendung unterschiedlich ausgeführt sein. Daher sind neben den konventionellen Endkontakten, bei welchen 5 Flächen kontaktiert werden, weitere Gestaltungsformen möglich und für bestimmte Applikationen oder Arten der Bauteilmontage geeigneter. Beispielsweise können verwendet werden:

a) SMD-Endkontakte mit weniger als 5 Kontaktflächen,

b) Endkontakte, bei denen 3 Flächen U-förmig kontaktiert werden,

c) Endkontakte, bei denen 2 Flächen L-förmig kontaktiert werden,

d) SMD-Endkontakte mit 5 oder weniger Kontaktflächen, bei denen sowohl die obere als auch die untere Elektrodenschicht von oben kontaktiert werden.

Die Aufgabe der Erfindung wird weiterhin mit einem Verfahren zur Herstellung eines Bauteiles mit einem Kondensator mit den Schritten

– Bereitstellen wenigstens einer Substratschicht aus Glas,

– Aufbringen wenigstens einer Antireaktionschicht auf die Substratschicht,

– Aufbringen wenigstens einer ersten Elektrodenschicht auf die Antireaktionschicht,

– Strukturierung der ersten Elektrodenschicht zu wenigstens einer ersten Elektrode,

– Aufbringen wenigstens einer Dielektrikumschicht auf die erste Elektrode,

– Aufbringen wenigstens einer zweiten Elektrodenschicht auf die Dielektrikumschicht,

– Strukturierung der zweiten Elektrodenschicht zu wenigstens einer zweiten Elektrode

gelöst, bei dem als Material für die Antireaktionsschicht wenigstens ein Element aus einer Gruppe, bestehend aus  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{SrTiO}_3$ ,  $\text{CaTiO}_3$ ,  $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{BaZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0 \dots 1$ ,  $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0 \dots 1$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{BeO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ,  $\text{ZrTiO}_4$ ,  $\text{BaF}_2$ ,  $\text{MgF}_2$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Sc}_2\text{O}_3$ ,  $\text{La}_2\text{O}_3$  und  $\text{Ln}_2\text{O}_3$ , wobei Ln Lanthanide wie z. B.  $\text{Pr}_2\text{O}_3$  sind, vorgesehen ist. Zur Herstellung der Dielektrikumschicht eignen sich als Abscheideverfahren insbesondere Sputtern, Elektronenstrahlverdampfung, Laser-Ablation, chemische Abscheidung aus der Gasphase oder naßchemische Verfahren wie das Sol-Gel-Verfahren. Dazu sind als Abscheideverfahren für die Antireaktionsschicht vorteilhafterweise naßchemische Verfahren, wie zum Beispiel Schleudern, Tauchen, Sprühen oder Sputtern, die chemische Abscheidung aus der Gasphase oder Laser Ablation vorgesehen.

Die Aufgabe der Erfindung wird ebenfalls mit einem Verfahren zur Herstellung eines Bauteiles mit einem Kondensator mit den Schritten

- Bereitstellen wenigstens einer Substratschicht aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,
- Aufbringen wenigstens einer Planarisierungsschicht auf die Substratschicht,
- Aufbringen wenigstens einer ersten Elektrodenschicht auf die Planarisierungsschicht,
- Strukturierung der ersten Elektrodenschicht zu wenigstens einer ersten Elektrode,
- Aufbringen wenigstens einer Dielektrikumschicht auf die erste Elektrode,
- Aufbringen wenigstens einer zweiten Elektrodenschicht auf die Dielektrikumschicht,
- Strukturierung der zweiten Elektrodenschicht zu wenigstens einer zweiten Elektrode

gelöst, bei dem als Material für die Planarisierungsschicht nicht kristallisierende Gläser mit/ohne Zusatz von wenigstens einem Element aus einer Gruppe, bestehend aus  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{SrTiO}_3$ ,  $\text{CaTiO}_3$ ,  $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{BaZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0 \dots 1$ ,  $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0 \dots 1$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{BeO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ,  $\text{ZrTiO}_4$ ,  $\text{BaF}_2$ ,  $\text{MgF}_2$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Sc}_2\text{O}_3$ ,  $\text{La}_2\text{O}_3$  und  $\text{Ln}_2\text{O}_3$ , wobei Ln Lanthanide wie z. B.  $\text{Pr}_2\text{O}_3$  sind, vorgesehen sind. Dabei wird zur Herstellung der Dielektrikumschicht als Abscheideverfahren vorzugsweise ein Druckverfahren wie Siebdrucken, Flexoprinten, Schleudern, Tauchen, Doctor Blade oder Curtain Coating verwendet. Die Planarisierungsschicht wird dann vorteilhafterweise mit Verfahren wie einem Druckverfahren wie Siebdrucken, Flexoprinten, Schleudern, Tauchen, Doctor Blade oder Curtain Coating abgeschieden.

Da es sich bei der Herstellung dieser Produkte in der Regel um Massenprodukte handelt, die in Consumeranwendungen eingesetzt werden, müssen besonders kostengünstige Verfahren zum Einsatz kommen. Als sehr kostengünstiges Verfahren zur Abscheidung dünner, dielektrischer Schichten mit  $K > 10$  wird beispielsweise ein naßchemisches Dünnschichtverfahren, wie z. B. das Sol-Gel Verfahren eingesetzt. Hiermit können z. B.  $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$ -Schichten in Form keramischer Schichten bei Temperaturen von ca.  $400-700^\circ\text{C}$  erzeugt werden. Die Prozeßtemperaturen liegen damit  $500-600^\circ\text{C}$  niedriger als die entsprechenden Temperaturen zur Herstellung dichter keramische  $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$ -Sinterkörper. Der Einsatz dieser Verfahren, wie z. B. naßchemischer Verfahren, gestattet die Abscheidung der Schichten bei niedrigen Temperaturen mit Dicken bis

zu 10 nm. Die niedrigen Temperaturen sind notwendig, um die sehr dünnen Schichten auf kostengünstigen Substraten, wie z. B. Glassubstraten oder  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Substraten, zu fertigen. Um sehr dünne Kondensatoren zu erzeugen, werden dünne Substratplatten mit Dicken von ca.  $200-500 \mu\text{m}$  eingesetzt.

Im folgenden soll die Erfindung anhand einer Figur und von sechs Ausführungsbeispielen erläutert werden. Dabei zeigt

Fig. 1 den schematischen Aufbau des erfindungsge-  
mäßigen Bauteiles im Querschnitt.

In dem Bauteil in Fig. 1 bezeichnet 1 eine Substratschicht, beispielsweise Glas oder  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 2 eine Antireaktions- bzw. Planarisierungsschicht, 3 eine erste Elektrode, 4 eine Dielektrikumschicht, 5 eine zweite Elektrode, 6 eine Schutzschicht und 7 zwei auf beiden Seiten angebrachten Endkontakte. Neben den konventionellen Endkontakten, bei denen fünf Flächen des Bauteiles kontaktiert werden, sind auch andere Ausführungsformen denkbar.

Im folgenden werden Ausführungsformen der Erfindung erläutert, die beispielhafte Realisierungsmöglichkeiten darstellen. Wie für den Fachmann leicht ersichtlich ist, sind durch einfache Abweichungen weitere Ausführungsformen denkbar, ohne den Rahmen des Patentanspruchs zu verlassen.

#### Ausführungsbeispiel 1

Auf ein Glassubstrat 1 (Corning 7059) wird durch ein Sputterverfahren eine dünne Ti-Schicht 2 aufgebracht und anschließend oxidiert. Im Anschluß daran wird eine Ti/Pt-Schicht 3 aufgesputtert. Zur Strukturierung wird diese Elektrodenschicht durch eine mechanische Maske gesputtert. Auf dieses Substrat wird eine  $\text{PbZr}_{0,35}\text{Ti}_{0,65}\text{O}_3$ -Schicht 4 aufgebracht. Die Abscheidung der  $\text{PbZr}_{0,35}\text{Ti}_{0,65}\text{O}_3$ -Schicht 4 erfolgt durch Einsatz einer Lösung, bei welcher Bleiacetat-tri-hydrat in 60 g Ethylenglykolmonomethylether aufgelöst wurde. Zu dieser Lösung wurden 8,62 g Titan-tetra-n-butylat und 7,51 g Zirkon-tetra-n-butylat gegeben. Die Lösung wurde durch ein Celluloseacetatfilter mit einer Porenweite von  $0,2 \mu\text{m}$  filtriert. Zur Abscheidung einer PZT-Schicht 4 wird ein Glassubstrat 1 mit strukturierter Pt-Elektrode 3 eingesetzt. Auf dieses Substrat werden ca. 1 ml der Pb-Ti-Zr-Lösung aufgebracht und damit mit einem Schleuderverfahren mit 2500 Umdrehungen pro Minute beschichtet. Die Schicht wird mit  $100^\circ\text{C}/\text{sec}$  auf  $550^\circ\text{C}$  unter Sauerstoffatmosphäre aufgeheizt und anschließend bei dieser Temperatur gesintert. Dieser Vorgang wird mehrmals wiederholt, um eine Schicht mit einer Schichtdicke von ca.  $0,3-1 \mu\text{m}$  zu erzeugen. Auf diese PZT Schicht 4 wird durch eine mechanische Maske eine zweite Pt-Elektrode 5 aufgesputtert. Nach Abscheidung einer  $0,5 \mu\text{m}$  dicken  $\text{SiO}_2$ -Schicht und einer organischen Schutzschicht 6 werden die Substrate in Streifen geteilt und anschließend mit Endkontakten 7 versehen.

#### Ausführungsbeispiel 2

Auf ein Glassubstrat 1 (Schott AF45) wird durch ein Sputterverfahren eine dünne Ti-Schicht 2 aufgebracht und thermisch oxidiert. Anschließend wird eine Ti/Pt Schicht 3 aufgesputtert. Zur Strukturierung wird diese Elektrode durch reaktives Ionenätzen behandelt. Auf dieses Substrat wird eine  $\text{PbZr}_{0,35}\text{Ti}_{0,65}\text{O}_3$  Schicht 4 aufgebracht. Die Abscheidung einer  $\text{PbZr}_{0,35}\text{Ti}_{0,65}\text{O}_3$  Schicht 4 erfolgt durch Einsatz einer Lösung, bei wel-

cher Bleiacetat-tri-hydrat in 60 g Ethylenglykolmonomethylether aufgelöst wurde. Zu dieser Lösung wurden 8,62 g Titan-tetra-n-butylat und 7,51 g Zirkon-tetra-n-butylat gegeben. Die Lösung wurde durch ein Celluloseacetatfilter mit einer Porenweite von 0,2 µm filtriert. Zur Abscheidung einer PZT Schicht 4 wird das Glassubstrat 1 mit strukturierter Pt Elektrode 3 eingesetzt. Auf dieses Substrat werden ca. 1 ml der Pb-Ti-Zr-Lösung aufgebracht und mit einem Schleuderverfahren mit 2500 Umdrehungen pro Minute beschichtet. Die Schicht wird mit 100°C/sec auf 550°C unter Sauerstoffatmosphäre aufgeheizt und anschließend bei dieser Temperatur gesintert. Dieser Vorgang wird mehrmals wiederholt, um eine Schicht von ca. 0,2–1 µm zu erzeugen. Auf diese PZT Schicht 4 wird eine Pt-Elektrode 5 aufgesputtert und durch reaktives Ionenätzen strukturiert. Die weitere Verarbeitung zu einem Kondensatorbauteil erfolgt entsprechend Ausführungsbeispiel 1.

#### Ausführungsbeispiel 3

Auf ein Glassubstrat 1 (Corning 1737) wird durch ein Sputterverfahren eine dünne Ti und Ti/Pt Schicht 2 und 3 entsprechend dem Ausführungsbeispiel 2 aufgesputtert und strukturiert. Auf dieses Substrat wird eine  $\text{PbZr}_{0,35}\text{Ti}_{0,65}\text{O}_3$  Schicht 4 aufgebracht. Die Abscheidung einer  $\text{PbZr}_{0,35}\text{Ti}_{0,65}\text{O}_3$  Schicht 4 erfolgt durch Einsatz einer Lösung, bei welcher Bleiacetat-tri-hydrat in 60 g Ethylenglykolmonomethylether aufgelöst wurde. Zu dieser Lösung wurden 8,62 g Titan-tetra-n-butylat und 7,51 g Zirkon-tetra-n-butylat gegeben. Die Lösung wurde durch ein Celluloseacetatfilter mit einer Porenweite von 0,2 µm filtriert. Zur Abscheidung einer PZT Schicht 4 wird das Glassubstrat 1 mit strukturierter Pt Elektrode 3 eingesetzt. Auf dieses Substrat werden ca. 1 ml der Pb-Ti-Zr-Lösung aufgebracht und mit einem Schleuderverfahren mit 2500 Umdrehungen pro Minute beschichtet. Die Schicht wird mit 300°C/min auf 600°C unter Sauerstoffatmosphäre aufgeheizt und anschließend bei dieser Temperatur gesintert.

Auf diese Schicht wird eine zweite Schicht der Zusammensetzung  $\text{PbZr}_{0,53}\text{Ti}_{0,47}\text{O}_3$  aufgebracht. Dazu wird Bleiacetat in Methoxyethanol gelöst. 4,204 g Titan-tetra-n-butylat und 5,076 g Zirkon-tetra-n-butylat werden in Methoxyethanol gelöst. Die Titan und Zirkon enthaltende Lösung wird zur Bleiacetatlösung unter Rühren zugefügt. Weiterhin wird eine Hydrolisierlösung aus Wasser und konz.  $\text{HNO}_3$  und Methoxyethanol hergestellt. Diese Hydrolisierlösung wird zu der Blei, Titan und Zirkon enthaltenden Lösung zugefügt. Auf das oben beschichtete Substrat werden ca. 1 ml dieser Pb-Ti-Zr-Lösung aufgebracht und mit einem Schleuderverfahren mit 2500 Umdrehungen pro Minute beschichtet. Die Schicht wird mit 300°C/min auf 600°C unter Sauerstoffatmosphäre aufgeheizt und anschließend bei dieser Temperatur gesintert. Dieser Vorgang wird mehrmals wiederholt. Bei der letzten Beschichtung wird eine Heiztemperatur von 650°C eingesetzt. Auf diese PZT Schicht 4 wird eine Pt Elektrode 5 aufgesputtert und durch reaktives Ionenätzen strukturiert. Die weitere Verarbeitung zu einem Kondensatorbauteil erfolgt entsprechend Ausführungsbeispiel 1.

#### Ausführungsbeispiel 4

Auf ein Glassubstrat 1 (entsprechend Ausführungsbeispiel 1, 2 oder 3) wird durch ein Sputterverfahren eine dünne Ti/Pt Schicht 2 und 3 mit 10 nm Ti und

140 nm Pt aufgesputtert. Zur Strukturierung wird die kontinuierliche Pt Elektrode 3 durch einen reaktiven Ionenätzprozeß strukturiert. Anschließend wird eine aus  $\text{TiO}_2$  bestehende Antireaktionsschicht 2 auf dem Substrat 1 erzeugt, indem die kontinuierliche Ti Schicht durch eine thermische Behandlung bei 450°C im Sauerstoffstrom in eine dichte  $\text{TiO}_2$  Schicht 2 umgewandelt wird. Auf dieses Substrat wird eine  $\text{PbZr}_{0,35}\text{Ti}_{0,65}\text{O}_3$  Schicht und eine  $\text{PbZr}_{0,53}\text{Ti}_{0,47}\text{O}_3$  Schicht 4, welche mit La dotiert ist, aufgebracht. Die Herstellung einer Pb-La-Ti-Zr-Lösung erfolgt in ähnlicher Weise wie die Herstellung der in Ausführungsbeispiel 1, 2, 3 beschriebenen Lösungen. Zur Abscheidung der Pb-Ti-Zr und Pb-La-Zr-Ti Schicht 4 wird das, wie oben mit einer Antireaktionsschicht 2 versehene Glassubstrat 1, eingesetzt. Die Abscheidung der Schichtstrukturen erfolgt wie in Ausführungsbeispiel 3. Auf diese PZT Schicht 4 wird durch ein Sputterverfahren eine Pt Schicht aufgebracht. Durch reaktives Ionenätzen wird diese Oberelektrode 5 strukturiert. Anschließend wird eine Schutzschicht 6 bestehend aus 0,5 µm  $\text{SiO}_2$  durch chemische Abscheidung aufgebracht und strukturiert. Auf die  $\text{SiO}_2$  Schicht wird eine 10 µm dicke Polymerschicht in Form von Polyimid aufgebracht und strukturiert. Das Glassubstrat wird in Streifen getrennt.

NiCr Endkontakte 7 werden aufgesputtert und NiPbSn Endkontakte 7 werden in einem galvanischen Bad aufgewachsen.

#### Ausführungsbeispiel 5

Auf ein Glassubstrat 1 (Schott AF45) werden durch ein Druckverfahren auf der Unterseite des Substrats 1 Endkontakte aufgedruckt. Anschließend wird durch ein Schleuderverfahren eine dünne  $\text{ZrO}_2$  Schicht als Antireaktionsschicht 2 auf das Glassubstrat aufgebracht. Auf diese Antireaktionsschicht 2 wird mittels Lift-off-Verfahren eine dünne Ti/Pt Schicht 2 und 3 mit 10 nm Ti und 140 nm Pt strukturiert aufgebracht. Auf dieses Substrat wird eine Schichtstruktur 4 aus einer  $\text{PbZr}_{0,35}\text{Ti}_{0,65}\text{O}_3$  Schicht und einer  $\text{PbZr}_{0,53}\text{Ti}_{0,47}\text{O}_3$  Schicht, welche mit La dotiert ist, aufgebracht. Die Beschichtung erfolgt wie in Ausführungsbeispiel 4 beschrieben. Zur Herstellung des Kondensators wird auf die PLZT Schicht 4 eine Pt Schicht 5 aufgebracht. Durch ein Lift-Off-Verfahren wird diese Oberelektrode 5 strukturiert. Anschließend wird eine Schutzschicht 6 bestehend aus 0,5 µm  $\text{Si}_3\text{N}_4$  mittels PECVD abgeschieden. Nach der Strukturierung der  $\text{Si}_3\text{N}_4$  Schicht wird eine etwa 10 µm dicke Polyimidschicht aufgebracht und strukturiert. Nach einer Separation in Streifen werden NiCr Endkontakte 7 aufgesputtert. Nach der vollständigen Separation in Einzelprodukte werden NiPbSn Endkontakte 7 in einem galvanischen Bad aufgewachsen.

#### Ausführungsbeispiel 6

Auf ein  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Substrat 1 (Dickschichtqualität) werden durch ein Druckverfahren auf der Unterseite des Substrats Endkontakte aufgedruckt. Anschließend wird durch einen weiteren Druckprozeß eine Bleisilikatschicht als Planarisierungsschicht 2 aufgedruckt. Dazu wird ein Bleisilikatpulver in Isopropanol dispergiert. Grobe Partikel werden entfernt durch Sedimentation. Die verbleibende Slurry wird auf das  $\text{Al}_2\text{O}_3$  Substrat 1 mittels eines Doktorblatverfahrens aufgebracht. Das Substrat wird getrocknet und anschließend bei 900°C gesintert. Auf dieses planarisierte Substrat 1 und 2 wird

mittels Lift-off-Verfahren eine dünne Ti/Pt Schicht 2 und 3 mit 10 nm Ti und 140 nm Pt aufgesputtert und strukturiert. Auf dieses Substrat wird eine  $\text{PbZr}_{0,53}\text{Ti}_{0,47}\text{O}_3$  Schicht 4, welche mit La dotiert ist, aufgebracht. Die Beschichtung erfolgt wie in Ausführungsbeispiel 4 beschrieben. Zur Herstellung des Kondensators wird auf die PLZT Schicht 4 eine Pt Schicht 5 aufgebracht. Durch einen Druckprozeß und ein Lift-off-Verfahren wird diese Oberelektrode 5 strukturiert. Anschließend wird eine niedrig sinternde Glasschicht als Schutzschicht 6 aufgedruckt. Nach einer Separation in Streifen werden NiCr Endkontakte 7 aufgesputtert. Nach der vollständigen Separation in Einzelprodukte werden NiPbSn Endkontakte 7 in einem galvanischen Bad aufgewachsen.

#### Patentansprüche

##### 1. Bauteil mit einem Kondensator mit

- wenigstens einer Substratschicht (1) aus Glas,
- wenigstens einer Antireaktionsschicht (2),
- wenigstens zwei Elektrodenschichten (3, 5) und
- wenigstens einer Dielektrikumschicht (4),

dadurch gekennzeichnet,

daß als Material für die Antireaktionsschicht (2) wenigstens ein Element aus einer Gruppe, bestehend aus  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{SrTiO}_3$ ,  $\text{CaTiO}_3$ ,  $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{BaZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0 \dots 1$ ,  $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0 \dots 1$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{BeO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ,  $\text{ZrTiO}_4$ ,  $\text{BaF}_2$ ,  $\text{TiB}_2$ ,  $\text{MgF}_2$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Sc}_2\text{O}_3$ ,  $\text{La}_2\text{O}_3$  und  $\text{Ln}_2\text{O}_3$ , wobei Ln Lanthanide wie z. B.  $\text{Pr}_2\text{O}_3$  sind, vorgesehen ist.

2. Bauteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Material für die Elektrodenschichten (3, 5) jeweils wenigstens ein Element aus einer Gruppe, bestehend aus Ti/Pt, Ta/Pt, Ti/Pd/Pt, Ir,  $\text{IrO}_x$ ,  $\text{IrO}_2/\text{Ir}$ ,  $\text{ZrO}_2/\text{Pt}$ , Ti/Cu, Ti/Ni, Ti/NiAl, Ti/(Ni, Al, Cr), Ti/(Ni, Al, Fe), Ti/(Ni, Fe, Cr), Ti/(Ni, Al, Cr, Fe), Ti/(Ni, Fe, Cr, S), Ti/(Co, Ni, Fe, Cr),  $\text{Pt}_x\text{Al}_{1-x}/\text{Pt}$ ,  $\text{Pt}/\text{IrO}_2$ ,  $\text{TiO}_2/\text{Pt}$ , leitenden Oxiden, Hybriden aus wenigstens einem leitenden Oxid und einem Edelmetall und Hybriden aus wenigstens einem Edelmetall und einem Nichtedelmetall, vorgesehen ist.

3. Bauteil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß für die Dielektrikumschicht (4) eine Schicht aus ferroelektrischem Material mit einer Dicke von 10 nm bis 2  $\mu\text{m}$  vorgesehen ist.

4. Bauteil mit einem Kondensator mit

- wenigstens einer Substratschicht (1) aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,
- wenigstens einer Planarisierungsschicht (2),
- wenigstens zwei Elektrodenschichten (3, 5) und
- wenigstens einer Dielektrikumschicht (4),

dadurch gekennzeichnet, daß als Material für die Planarisierungsschicht (2) nicht kristallisierende Gläser mit/ohne Zusatz von wenigstens einem Element aus einer Gruppe, bestehend aus  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{SrTiO}_3$ ,  $\text{CaTiO}_3$ ,  $\text{CaZrO}_3$ ,  $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{BaZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0 \dots 1$ ,  $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0 \dots 1$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{BeO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ,  $\text{ZrTiO}_4$ ,  $\text{BaF}_2$ ,  $\text{MgF}_2$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Sc}_2\text{O}_3$ ,  $\text{La}_2\text{O}_3$  und  $\text{Ln}_2\text{O}_3$ , wobei Ln Lanthanide wie z. B.  $\text{Pr}_2\text{O}_3$  sind, vorgesehen sind.

5. Bauteil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Material für die Elektrodenschichten (3,

5) jeweils wenigstens ein Element aus einer Gruppe, bestehend aus Ti/Pt, Ta/Pt, Ti/Pd/Pt, Ir,  $\text{IrO}_x$ ,  $\text{IrO}_2/\text{Ir}$ ,  $\text{ZrO}_2/\text{Pt}$ , Ti/Cu, Ti/Ni, Ti/NiAl, Ti/(Ni, Al, Cr), Ti/(Ni, Al, Fe), Ti/(Ni, Fe, Cr), Ti/(Ni, Al, Cr, Fe), Ti/(Ni, Fe, Cr, S), Ti/(Co, Ni, Fe, Cr),  $\text{Pt}_x\text{Al}_{1-x}/\text{Pt}$ ,  $\text{Pt}/\text{IrO}_2$ ,  $\text{TiO}_2/\text{Pt}$ , leitenden Oxiden, Hybriden aus wenigstens einem leitenden Oxid und einem Edelmetall und Hybriden aus wenigstens einem Edelmetall und einem Nichtedelmetall, vorgesehen ist.

6. Bauteil nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß für die Dielektrikumschicht (4) eine Schicht aus ferroelektrischem Material mit einer Dicke von 10 nm bis 2  $\mu\text{m}$  vorgesehen ist.

7. Bauteil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Material für die Elektrodenschichten (3, 5) jeweils wenigstens ein Metallpulver in Form einer Paste aus einer Gruppe, bestehend aus  $\text{Ag}_x\text{Pt}_{1-x}$  mit  $x = 0 \dots 1$ ,  $\text{Ag}_x\text{Pd}_{1-x}$  mit  $x = 0 \dots 1$ , Ag, Cu, Ni und diese Metallpulver jeweils mit Zugabe geringer Mengen eines Haftglases, vorgesehen ist.

8. Bauteil nach Anspruch 4 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß für die Dielektrikumschicht (4) eine Schicht aus ferroelektrischem Material mit einer Dicke von 2  $\mu\text{m}$  bis 20  $\mu\text{m}$  vorgesehen ist.

9. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine organische oder anorganische Schutzschicht (6) vorgesehen ist.

10. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei Endkontakte (7) vorgesehen sind.

##### 11. Kondensator mit

- wenigstens einer Substratschicht (1) aus Glas,
- wenigstens einer Antireaktionsschicht (2),
- wenigstens zwei Elektrodenschichten (3, 5) und
- wenigstens einer Dielektrikumschicht (4),

dadurch gekennzeichnet,

daß als Material für die Antireaktionsschicht (2) wenigstens ein Element aus einer Gruppe, bestehend aus  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{SrTiO}_3$ ,  $\text{CaTiO}_3$ ,  $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{BaZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0 \dots 1$ ,  $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0 \dots 1$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{BeO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ,  $\text{ZrTiO}_4$ ,  $\text{BaF}_2$ ,  $\text{TiB}_2$ ,  $\text{MgF}_2$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Sc}_2\text{O}_3$ ,  $\text{La}_2\text{O}_3$  und  $\text{Ln}_2\text{O}_3$ , wobei Ln Lanthanide wie z. B.  $\text{Pr}_2\text{O}_3$  sind, vorgesehen ist.

##### 12. Kondensator mit

- wenigstens einer Substratschicht (1) aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,
- wenigstens einer Planarisierungsschicht (2),
- wenigstens zwei Elektrodenschichten (3, 5) und
- wenigstens einer Dielektrikumschicht (4),

dadurch gekennzeichnet, daß als Material für die Planarisierungsschicht (2) nicht kristallisierende Gläser mit/ohne Zusatz von wenigstens einem Element aus einer Gruppe, bestehend aus  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{SrTiO}_3$ ,  $\text{CaTiO}_3$ ,  $\text{CaZrO}_3$ ,  $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{BaZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0 \dots 1$ ,  $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0 \dots 1$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{BeO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ,  $\text{ZrTiO}_4$ ,  $\text{BaF}_2$ ,  $\text{MgF}_2$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Sc}_2\text{O}_3$ ,  $\text{La}_2\text{O}_3$  und  $\text{Ln}_2\text{O}_3$ , wobei Ln Lanthanide wie z. B.  $\text{Pr}_2\text{O}_3$  sind, vorgesehen sind.

13. Verfahren zur Herstellung eines Bauteiles mit einem Kondensator mit den Schritten

- Bereitstellen wenigstens einer Substrat-

schicht (1) aus Glas,

- Aufbringen wenigstens einer Antireaktionsschicht (2) auf die Substratschicht (1),
- Aufbringen wenigstens einer ersten Elektrodenschicht (3) auf die Antireaktionsschicht (2),
- Strukturierung der ersten Elektroden-schicht (3) zu wenigstens einer ersten Elektrode (3),
- Aufbringen wenigstens einer Dielektrikumschicht (4) auf die erste Elektrode (3),
- Aufbringen wenigstens einer zweiten Elektrodenschicht (5) auf die Dielektrikumschicht (4),
- Strukturierung der zweiten Elektroden-schicht (5) zu wenigstens einer zweiten Elektrode (5),

dadurch gekennzeichnet, daß als Material für die Antireaktionsschicht (2) wenigstens ein Element aus einer Gruppe, bestehend aus  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{SrTiO}_3$ ,  $\text{CaTiO}_3$ ,  $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{BaZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0 \dots 1$ ,  $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0 \dots 1$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{BeO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ,  $\text{ZrTiO}_4$ ,  $\text{BaF}_2$ ,  $\text{MgF}_2$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Sc}_2\text{O}_3$ ,  $\text{La}_2\text{O}_3$  und  $\text{Ln}_2\text{O}_3$ , wobei Ln Lanthanide wie z. B.  $\text{Pr}_2\text{O}_3$  sind, vorgesehen ist.

14. Verfahren zur Herstellung eines Bauteiles mit einem Kondensator mit den Schritten

- Bereitstellen wenigstens einer Substratschicht (1) aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,
- Aufbringen wenigstens einer Planarisierungsschicht (2) auf die Substratschicht (1),
- Aufbringen wenigstens einer ersten Elektrodenschicht (3) auf die Planarisierungsschicht (2),
- Strukturierung der ersten Elektroden-schicht (3) zu wenigstens einer ersten Elektrode (3),
- Aufbringen wenigstens einer Dielektrikumschicht (4) auf die erste Elektrode (3),
- Aufbringen wenigstens einer zweiten Elektrodenschicht (5) auf die Dielektrikumschicht (4),
- Strukturierung der zweiten Elektroden-schicht (5) zu wenigstens einer zweiten Elektrode (5),

dadurch gekennzeichnet, daß als Material für die Planarisierungsschicht (2) nicht kristallisierende Gläser mit/ohne Zusatz von wenigstens einem Element aus einer Gruppe, bestehend aus  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{SrTiO}_3$ ,  $\text{CaTiO}_3$ ,  $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{BaZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0 \dots 1$ ,  $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  mit  $x = 0 \dots 1$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{BeO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ,  $\text{ZrTiO}_4$ ,  $\text{BaF}_2$ ,  $\text{MgF}_2$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Sc}_2\text{O}_3$ ,  $\text{La}_2\text{O}_3$  und  $\text{Ln}_2\text{O}_3$ , wobei Ln Lanthanide wie z. B.  $\text{Pr}_2\text{O}_3$  sind, vorgesehen sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen



- Leerseite -

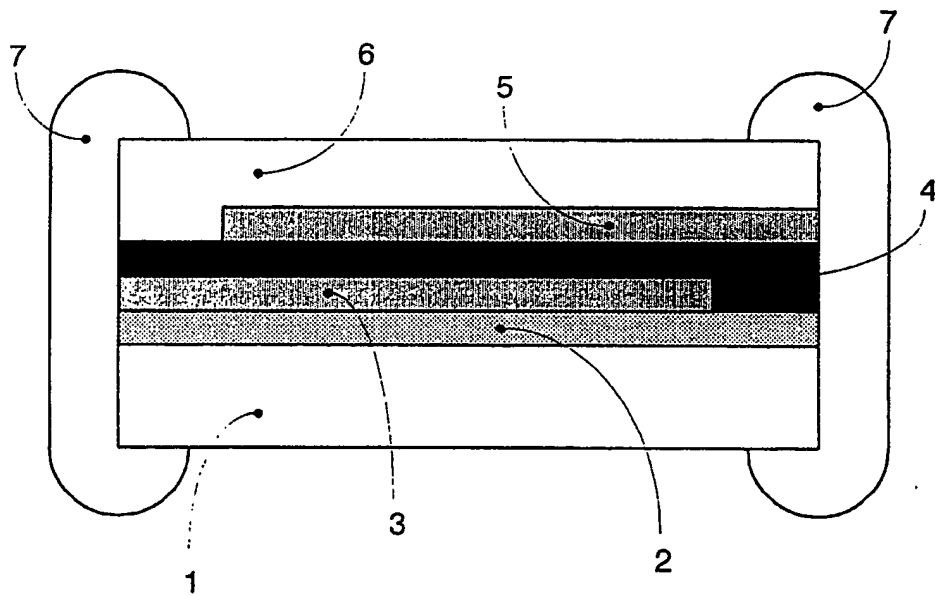


Fig. 1